

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В работе приведены результаты исследования показателей надежности электроэнергетической системы. Проанализирована надежность отдельных элементов напряжением 110 кВ и построены уравнения регрессии, описывающие число отказов воздушных линий за период с 2008 по 2014 гг.

Развитие народного хозяйства страны приводит к росту потребления электроэнергии. В этих условиях повышаются требования к качеству электроэнергетических установок энергосистем, к надежности и экономичности их работы и качеству электроэнергетического оборудования. По технико-экономическим соображениям, все электростанции, расположенные в данном экономическом районе, посредством линий электропередачи различных напряжений соединяются между собой для параллельной работы на общую нагрузку.

Назначение же электроэнергетических систем (ЭЭС) в целом - надежное обеспечение потребителей электроэнергией требуемого качества при соблюдении экономичности. Состояние ЭЭС зависит от надежности отдельных элементов, режимов их работы и обслуживания, функционирования коммутационной аппаратуры и др. Проблема надежности сложных систем энергетики и сетей многопланова и может быть охарактеризована комплексом показателей.

Тенденции развития ЭЭС можно оценить двумя составляющими: структурной и функциональной надежностью, то есть надежность электроснабжения потребителей определяется не только надежностью элементов системы, но и электрической схемой их соединений. В свою очередь, надежность элементов зависит не только от внешних условий, но и от режимов их использования, кроме того, при отказах отдельных элементов часто вынуждены снижать передаваемую мощность по резервным цепочкам из-за ограничений пропускной способности элементов. Немаловажным является учет ограничений передаваемой мощности из-за дефицита генерируемой мощности, особенно в периоды максимальных нагрузок.

Накопление базы данных по отказам элементов и режимов их эксплуатации позволяет прогнозировать показатели надежности на перспективу с целью выработки мероприятий по повышению надежности электроснабжения потребителей. По журналам диспетчерской службы ОАО «Севкавказэнерго», входящего в ОАО «МРСК Северного Кавказа», на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» в электронных таблицах EXCEL зарегистрированы отказы элементов 6-330 кВ за период 2008-2014 гг.

Основными показателями структурной надежности электрической сети являются показатели надежности элементов исследуемой ЭЭС. Накоплена статистика

отказов элементов ЭЭС 110 кВ. В настоящее время в эксплуатации находится 81 воздушная линия 110 кВ и 33 ПС, в которых установлены 61 трансформатор.

Распределение частоты отказов среди них неодинаково, так около 20 % линий в среднем отключались 2-3 раза в год по разным причинам и на различные длительности, в том числе и на время срабатывания автоматики. Более 30 % ВЛ за весь исследуемый период 2008-2014 гг. отключались не более 2-3 раз. Отключения трансформаторов за этот период, в среднем 2-3 раза в год. Поэтому основное внимание по повышению надежности элементов ЭЭС «Севкавказэнерго» должно уделяться воздушным линиям электропередач.

Для анализа причин отказов ВЛ-110 кВ по базе данных выбираются типовые причины и для них формируются новые таблицы, куда заносятся элементы, отказавшие по сходственным признакам. Как известно, причины отказов элементов можно разделить на два типа: необъективные и объективные. К объективным причинам относятся воздействие климатических условий (гроза, ветер, наводнение, гололед и т.п.). К необъективным причинам можно отнести нарушение режима эксплуатации (ошибки персонала, отказ релейной защиты и автоматики) и культура эксплуатации и обслуживания (нарушение графиков профилактических испытаний разрушение элементов посторонними лицами и т.п.). Особое положение занимают неустановленные причины отказов, согласно записям в журналах диспетчерской службы.

В сводной таблице показатели надежности распределены по годам, для анализа и прогнозирования надежности элементов исследуемой ЭЭС. Используя данные этой таблицы можно построить регрессионные модели и оценивать адекватность и достоверность прогнозирования на основе известных методов факторно-регрессионного анализа. Для этого необходимо разработать соответствующие программы, отвечающие поставленным задачам.

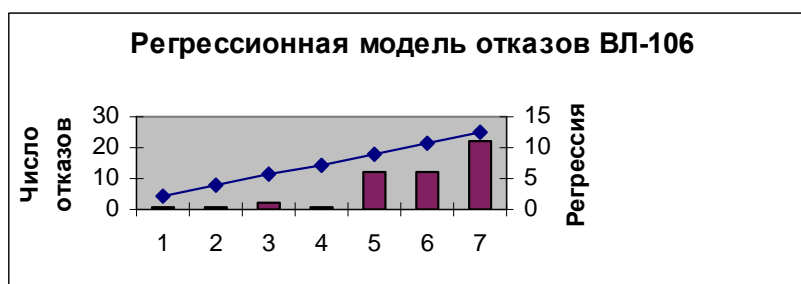
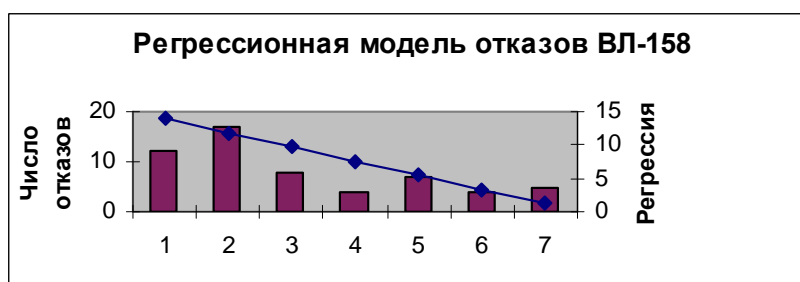
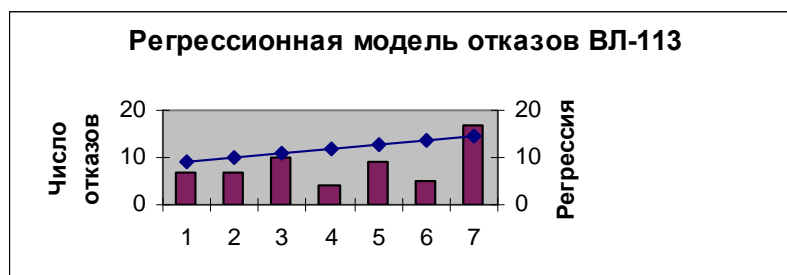
Сводная таблица показателей надежности элементов 110 кВ

Год	Тип элемента	Средние показатели надежности			
		аварийных отказов		преднамеренных отключений	
		λ , 1/год	μ , 1/час	$\lambda_{в}$, 1/год	$\mu_{в}$, 1/час
2014	Воздушная линия	0,23649	0,05579	3,863	0,1022
	Трансформатор	0,03996	0,01187	0,08635	0,0325
	Выключатель	0,01843	0,08865	2,092	0,2266
	Устройство автоматики	0,00188	0,223	—	—
	Генератор э/ст	0,05833	0,0312	0,442	0,0634

Примеры полученных регрессионных моделей отказов по различным ВЛ-110 кВ приведены на рисунке.

Распределение причин отказов за 2008-2014 гг. показало, что около половины причин отказов не установлено. Это указывает на недостаточный контроль по ведению оперативных журналов и ответственности персонала по учету причин отказов. Основная доля отказов приходится на городские электрические сети. Так, на их долю приходится около 40 % отказов. По числу отказов некоторые линии отказывают 5-6 раз в году на период от нескольких минут до 2-3 часов.

Распределение по причинам отказов после неустановленных причин занимают отключения из-за неудовлетворительной работы устройств автоматики (АПВ, АВР, МТЗ и др.). По климатическим условиям доля отказов для городских электрических сетей незначительна, но для горных и сельских районов приобретает более сильное воздействие.



Регрессионные модели отказов по различным ВЛ-110 кВ

Распределение по районам также неодинаково. По сравнению с городскими электрическими сетями частота отказов для других районов значительно меньше и меньше доля неустановленных причин.

В дальнейшем предполагается совместить климатическую карту республики с распределительной электрической сетью для более объективного анализа причин отказов и проверки по климатическим условиям по каждому отказу ВЛ-110 кВ.

Работа выполнена при поддержке проекта № 3851 «Методика оценки и рациональное использование сырьевых, водных и биологических ресурсов в техногенной зоне РСО-Алания», выполняемого в рамках базовой части государственного задания.